

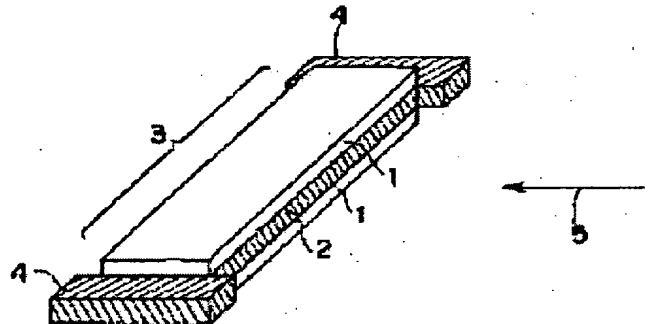
**MAGNETORESISTANCE ELEMENT AND MEASURING METHOD FOR MAGNETIC FIELD STRENGTH**

**Patent number:** JP5145143  
**Publication date:** 1993-06-11  
**Inventor:** SENDA MASAKATSU  
**Applicant:** NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
**Classification:**  
- international: H01L43/08; G01R33/06  
- european:  
**Application number:** JP19910307673 19911122  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP5145143**

**PURPOSE:** To enable an S/N ratio to be improved by providing a soft magnetic body on a conductor surface with a pair of electrodes at both edges of a magnetoresistance element.

**CONSTITUTION:** A soft magnetic body 1 is provided at upper and lower parts of a line of a magnetoresistance element part 3 which consists of a conductor 2 with a pair of electrodes 4 at both sides directly or through a non-magnetic body. In this case, Cu is used as the conductor 2 and NiFe alloy is used as the soft magnetic body 1 and then increase in thickness of Cu and NiFe alloy reduces resistance only in the case of the conductor 2 where no soft magnetic body 1 is laminated and increases resistance due to provision of the soft magnetic body 1, thus enabling an S/N ratio to be improved.



(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-145143

(43)公開日 平成5年(1993)6月11日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 43/08	Z	7342-4M		
G 0 1 R 33/06	R	8203-2G		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-307673

(22)出願日 平成3年(1991)11月22日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 千田 正勝

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

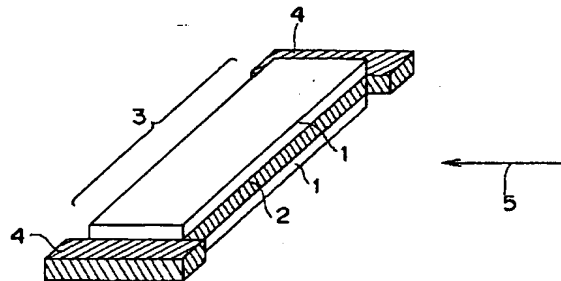
(74)代理人 弁理士 谷 義一 (外1名)

(54)【発明の名称】 磁気抵抗素子および磁場強度測定法

(57)【要約】

【目的】 S/N比の高い磁気抵抗素子を提供する。

【構成】 磁気抵抗素子は、一対の電極4を両端に有する導体2表面に軟磁性体1が直接設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一対の電極を両端に有する導体表面に、軟磁性体が直接設けられていることを特徴とする磁気抵抗素子。

【請求項2】 一対の電極を両端に有する導体表面に、非磁性体を介して軟磁性体が設けられていることを特徴とする磁気抵抗素子。

【請求項3】 導体表面に直接または非磁性体を介して軟磁性体が設けられている磁気抵抗素子を磁場中に配置して該磁気抵抗素子の両端に高周波を印加し、該磁気抵抗素子の高周波抵抗値の磁場による変化に基づいて磁場の強度を測定することを特徴とする磁場強度測定法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、磁気センサなどに用いられる磁気抵抗素子および磁場強度測定法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、磁気抵抗素子としては、強磁性体の磁気抵抗効果を利用した素子が多く使用されてきた。従来の磁気抵抗素子の一例を図3に示す。磁気抵抗素子は強磁性体からなる磁気抵抗素子部11とその両端の一対の電極部12から構成される。磁気抵抗効果は、強磁性体の抵抗 $R$ が強磁性体の磁化方向と強磁性体に流す電流方向との間の角度 $\theta$ によって、

$$R = R_0 + \Delta R \cdot \cos^2 \theta$$

と変化する現象である。ここに、 $R_0$ は磁化方向が電流方向と垂直になった場合の抵抗、 $\Delta R$ は磁化方向と電流方向が平行になった場合の抵抗と $R_0$ との差である。磁気抵抗素子の $S/N$ 比は $\Delta R/R_0$ で表される。図4に従来、磁気抵抗素子に用いられてきた強磁性体であるNiFe合金における抵抗率の磁場依存性を示す。 $R_0$ 、 $\Delta R$ に対応する抵抗率をそれぞれ $\rho_0$ 、 $\Delta \rho$ とすると、 $\Delta R/R_0 = \Delta \rho/\rho_0$ は $(20.8 - 20)/20 = 0.04$ となる。その他の強磁性体であるNiCo、NiCu合金などでも $\Delta \rho/\rho_0$ はいずれも室温で数%程度であり、磁場センサなどに用いるには $S/N$ 比は不十分であった。以上、強磁性体の磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗素子は $S/N$ 比が非常に低いという問題点があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、従来の磁気抵抗素子の問題であった $S/N$ 比の低さを解決し、 $S/N$ 比の高い磁気抵抗素子を提供することおよびこの磁気抵抗素子を用いた磁場強度測定法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明の磁気抵抗素子は、一対の電極を両端に有する導体表面に、軟磁性体が直接設けられていることを特徴とする。

【0005】また、本発明の磁気抵抗素子は、一対の電極を両端に有する導体表面に、非磁性体を介して軟磁性体が設けられていることを特徴とする。

【0006】さらにまた、本発明の磁場強度測定法は、導体表面に直接または非磁性体を介して軟磁性体が設けられている磁気抵抗素子を磁場中に配置して該磁気抵抗素子の両端に高周波を印加し、該磁気抵抗素子の高周波抵抗値の磁場による変化に基づいて磁場の強度を測定することを特徴とする。

【0007】

【作用】本発明においては、磁気抵抗素子の高周波抵抗の磁場依存性が大きいことを利用する。その結果、高い $S/N$ 比で磁場を測定することができる。

【0008】

【実施例】以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を詳細に説明する。

【0009】図1は本発明の実施例を示す斜視図であり、一対の電極4を有する導体2からなるラインの上下に、軟磁性体1が設けられた構造を成している。3は磁気抵抗素子部、5は外部磁場である。このような構造を持つ素子の両端にある周波数 $f$ を印加した時の抵抗 $R(f)$ は、

$$R(f) = R_0(f) + \Delta R_{\dots}(f)$$

で表される。ここで、 $R_0(f)$ は軟磁性体が積層されていない導体のみの場合の抵抗、 $\Delta R_{\dots}(f)$ は軟磁性体が設けられたことによる抵抗の増加分である。 $R_0(f)$ は周波数が1GHz以下では、ほとんど周波数に依存せず一定値となる。一方、軟磁性体では、高周波域で比透磁率の虚数部 $\mu''(f)$ が大きくなり、

$$\Delta R_{\dots}(f) \propto f \cdot \mu''(f)$$

の関係により、 $\Delta R_{\dots}(f)$ は大きくなる。軟磁性体に外部磁場を印加していくと、 $\mu''(f)$ は徐々に小さくなり、印加磁場の大きさが軟磁性体の異方性磁場に比べ十分大きな値となると遂には $\mu''(f)$ は零となる。従って、図1に示した磁気抵抗素子の $S/N$ 比は、 $\Delta R_{\dots}(f)/R_0(f)$

で表されることになる。 $R_0(f)$ は小さく、 $\Delta R_{\dots}(f)$ は高周波域で非常に大きな値となるため、この磁気抵抗素子は非常に大きな $S/N$ 比を持つことになる。

【0010】導体2として膜厚 $1\mu\text{m}$ のCuを、軟磁性体1として膜厚 $0.5\mu\text{m}$ のNiFe合金を使用し、周波数500MHzにおいて測定した抵抗の外部磁場依存性を図2に示す。磁気抵抗素子部の長さは8mm、幅は1.5mmである。抵抗値は外部磁場零の時4.70Ωであるが、外部磁場の増加と共に急激に低下し、NiFe合金の異方性磁場50eより十分大きな外部磁場下では、0.695Ωにまで低下する。この実験では、 $R_0 = 0.695\Omega$ 、 $\Delta R_{\dots} = 4.70 - 0.695 = 4.0$ であり、 $S/N$ 比は $\Delta R_{\dots}/R_0 = 4.0/0.695 = 5.76$ と非常に高い値となる。

【0011】なお、本発明による磁気抵抗素子では、CuおよびNiFe合金の膜厚を厚くすることにより、 $R_0$ を下げ、 $\Delta R_{H0}$ を上げることができるため、これらの膜厚を適当に設定することにより、S/N比をさらに向上させることが可能である。

【0012】この結果から明らかなように、本発明の磁気抵抗素子は従来の磁気抵抗素子に比べ、S/N比が高いという利点がある。

【0013】図2に示したように、磁気抵抗素子の両端に高周波を印加した時、抵抗値は外部磁場に大きく依存する。従って、あらかじめ校正曲線を求めておけば、抵抗値から外部磁場の強度を求めることができる。

【0014】なお、図1において軟磁性体1は、導体2の表面に直接接触して設けられているが、他の実施例として、軟磁性体を導体表面に非磁性体を介して設けた磁気抵抗素子も、図1の磁気抵抗素子と同様に高いS/N比を持つ磁気抵抗素子として機能する。

【0015】

\*

\*【発明の効果】以上説明したように、本発明による磁気抵抗素子は高周波抵抗が大きな磁場依存性を示すため磁気抵抗素子としてのS/N比が非常に高いという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気抵抗素子の一実施例を示す斜視図である。

【図2】本発明の磁気抵抗素子における抵抗の磁場依存性の一例を示す特性図である。

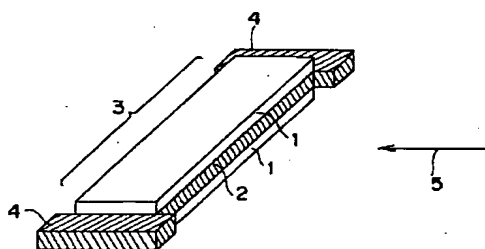
【図3】従来の磁気抵抗素子を示す斜視図である。

【図4】従来の磁気抵抗素子に使用されているNiFe膜における抵抗率の磁場依存性を示す特性図である。

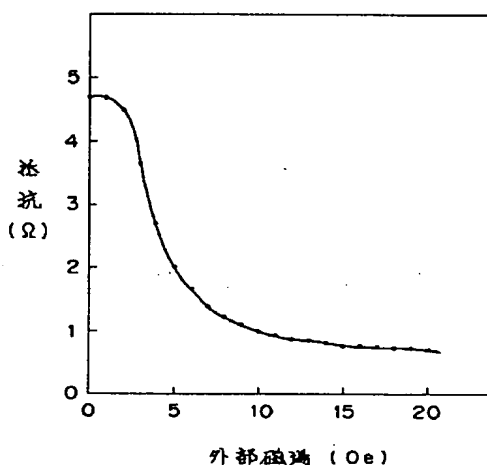
【符号の説明】

- 1 軟磁性体
- 2 導体
- 3 磁気抵抗素子部
- 4 電極
- 5 外部磁場

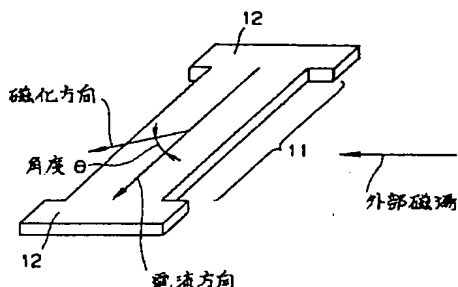
【図1】



【図2】



【図3】



(4)

特開平5-145143

【図4】

